
Ensino de BIM no Brasil: Análise do Cenário Acadêmico

Teaching BIM in Brazil: Analysis of the Academic Scenario

HENRIQUE BENEDETTO

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

MAURÍCIO MOREIRA E SILVA BERNARDES

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ROBERTO WANNER PIRES

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Resumo: BIM – Building Information Modelling, ou modelagem das informações da construção, tem recebido atenção do mercado de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação pelo seu potencial de integração da informação e pelo ganho da produtividade proporcionado. Todavia, a demanda por profissionais qualificados expõe uma realidade que tem pressionado as universidades, que é a falta do ensino de BIM na graduação. Essa pesquisa trata de levantamento em artigos focando o ensino de BIM no Brasil. Vários trabalhos foram analisados sob a classificação de “discussão sobre estratégia para inclusão do ensino de BIM” e “aplicação de estratégia para inclusão do ensino de BIM” nos currículos. Um pouco fora do eixo tratado pela pesquisa, mas ainda assim relevante, é abordado o ensino de BIM e a sua relação com o ensino de desenho. Pela avaliação dos artigos, foi observado que muito tem sido estudado a respeito da introdução de BIM no ensino, porém, pouco tem sido reportado a sobre implementação do paradigma na área acadêmica.

Palavras-chave: BIM, Modelagem da Informação da Construção, Ensino de BIM no Brasil

Abstract: BIM - Building Information Modeling, has received attention from the Architecture, Engineering, Construction and Operation markets for its information integration potential and for the productivity gain provided. However, the demand for qualified professionals exposes a reality that has put pressure on universities, which is the lack of teaching of BIM in undergraduate courses. This research deals with a literature search on articles focusing on the teaching of BIM in Brazil. Several papers were analyzed under the classification of "discussion on strategy for inclusion of teaching of BIM" and "application of strategy for inclusion of teaching of BIM" in curricula. A little off the axis treated by the research, but still relevant, is addressed the teaching of BIM and its relation with the teaching of drawing. By the evaluation of the articles, it was observed that much has been studied regarding the introduction of BIM in teaching, but little has been reported on the implementation of the paradigm in the academic area.

Keywords: BIM, Building Information Modelling, Teaching BIM in Brazil.

BENEDETTO, Henrique; BERNARDES, Maurício Moreira e Silva; PIRES, Roberto Wanner. Ensino de BIM no Brasil: Análise do Cenário Acadêmico. *Informática na Educação: teoria & prática*, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 70-84, jan./jul. 2017.

1 Introdução

BIM – *Building Information Modelling*, ou modelagem das informações da construção, tem recebido atenção do mercado de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) pelo seu potencial de integração da informação nas várias dimensões do negócio e pelo ganho da produtividade (LI et al., 2014) proporcionado nesse contexto. Todavia, a demanda por profissionais qualificados, pela crescente exigência de práticas baseadas em BIM (EASTMAN et al., 2011), expõe uma realidade que tem pressionado as universidades do país, que é a falta do ensino de BIM nos cursos de Arquitetura, Engenharia, Design e outros cursos afins.

A introdução do BIM no currículo tem sido reportada como um processo mais complexo do que se possa inicialmente considerar (BARISON & SANTOS, 2010), principalmente por que BIM estabelece um paradigma que envolve um conjunto de políticas, processos e tecnologia na gestão de todo um empreendimento (SUCCAR, 2009). Isso exige que os cursos de graduação coordenem a transferência do conhecimento de forma holística e integrada, tomando por base o ciclo de vida do empreendimento. Ainda, tal complexidade se caracteriza pela condição de BIM ter potencial de ser parte intrínseca dos programas de graduação (BARISON & SANTOS, 2010).

Avaliando os métodos utilizados para inclusão do paradigma BIM no contexto de ensino das universidades brasileiras, observa-se que dois modelos vêm sendo aplicados para sua adoção nos currículos do ensino de Arquitetura e Engenharia Civil, são eles: a adoção integrada, envolvendo as disciplinas técnicas, e a adoção pontual, que considera somente algumas disciplinas do currículo (BARISON & SANTOS, 2010; MENEZES et al., 2012; CHECCUCCI et al., 2013; RUSCHEL et al., 2013; CHECCUCCI, 2014). Cada modelo apresenta um conjunto de vantagens e desvantagens e, principalmente, um volume de demanda por adaptações diferenciado para os currículos dos cursos. O que se percebe, de acordo com Checcucci et al. (2013), é que poucas experiências relatam o modelo de implantação integrado, especialmente junto à graduação. Qualquer que seja a estratégia de implementação, adaptações se mostram necessárias porque o modelo de ensino atual, em grande escala, está edificado sobre disciplinas isoladas onde em cada uma delas são tratados assuntos específicos e especializados, mas de forma fragmentada (CHECCUCCI et al., 2013) sem que haja, também na grande maioria dos casos, integração e colaboração, características que reforçam a complexidade do conceito contemplado pelo paradigma BIM. Os autores ainda ponderam que dever-se-ia levar em consideração que o objeto que se propõe a desenvolver, uma edificação, se caracteriza por ser uma unidade única.

A implementação de BIM no currículo sofre um aumento em sua complexidade pela condição desta tecnologia favorecer a interdisciplinaridade, condição não presente na maioria dos currículos de graduação e tão pouco entre departamentos, uma vez que as instituições, tradicionalmente, não desenvolvem essa prática (MENEZES et al., 2012; ROMCY et al., 2013). Essa dificuldade se estabelece muito mais fortemente quando se observa a necessidade de integração dos docentes, o que é apontado por Taylor et al. (2008) como um dos maiores obstáculos à implementação de BIM no ensino. Esse cenário não favorece a implementação de

BIM e exige das instituições uma estratégia que considere essas condições desde o princípio do processo, como reportado por Checcucci et al.(2013).

Este trabalho objetiva apresentar as atividades que estão sendo desenvolvidas quanto ao ensino de BIM no Brasil e busca servir de guia para a identificação dos autores e suas pesquisas.

2 Metodologia da Pesquisa

Para esta pesquisa foi feito um levantamento bibliográfico focado em artigos técnicos publicados a partir de 2010 com foco no cenário de ensino de BIM em instituições de ensino brasileiras. Essa data foi fixada levando em consideração que a mudança de paradigma estabelecida com a introdução de BIM nas instituições americanas foi abordada em 2006 durante o BIM Symposium ocorrido na Universidade de Minnesota, muito embora as primeiras experiências de implantação do ensino de BIM nos currículos de Arquitetura e Engenharia Civil nos Estados Unidos datem de 2003, com algumas poucas exceções na década de 1990. No simpósio de 2006, como reportado por Barison e Santos (2010), muitas questões foram levantadas e somente seriam respondidas efetivamente quando as instituições de ensino comessem a implantação de BIM em seus currículos. Nos anos subsequentes, reportado até 2009, uma série de outras conferências davam conta de que em 2008, nos Estados Unidos, ainda não havia um procedimento pedagógico consolidado para o ensino de BIM (CASEY, 2008). Finalmente, o período de cobertura da pesquisa tomou como referência o trabalho de Checcucci et al. (2011) que, ainda que com poucos casos reportando experiências práticas do ensino de BIM no Brasil, cobriu o período anterior.

Artigos eventualmente anteriores a 2010, fora do período da pesquisa, portanto, foram consultados para complementação de alguma ideia sendo desenvolvida. A **Erro! Auto-referência de indicador não válida.** apresenta os artigos objeto dessa pesquisa e os classifica em “discussão sobre estratégia para inclusão do ensino de BIM no currículo” e “aplicação de estratégia para inclusão do ensino de BIM no currículo”.

Quadro 1- Artigos trabalhados na pesquisa

Autor(es)	Discussão	Aplicação
Barison e Santos (2010)	X	
Menezes <i>et al.</i> (2012)	X	
Menezes e Pontes (2012)	X	
Ruschel, Andrade e Moraes (2013)	X	
Godoy, Cardoso e Borges (2013)	X	
Romcy, Cardoso e Miranda (2013)		X
Checcucci, Amorim e Pereira (2013)		X
Checcucci (2014)	X	X
Pereira e Ribeiro (2015)	X	

Fonte: os autores

3 Estratégias de Ensino de BIM

De grande contribuição para o ensino de BIM, no tocante a identificação das melhores práticas e diretrizes para a introdução do conteúdo de BIM no ensino de Arquitetura, Engenharia Civil e Gestão da Construção é a pesquisa desenvolvida por Barison e Santos (2010). Os autores apresentaram uma avaliação de estratégias utilizadas nas instituições americanas, consideradas de ponta, e culminaram com a proposta de uma estratégia de ensino aprendizagem para viabilizar a introdução de BIM nos currículos, incluindo uma classificação dos cursos de BIM, como: introdutórios, intermediários e avançados. Essa classificação está relacionada com o nível de especialidade que o aluno deve possuir para prática profissional usando BIM.

O trabalho de Barison e Santos (2010) foi desenvolvido com base nos critérios que devem ser considerados quando se está planejando um novo curso, tais como: pré-requisitos, objetivos e metas, conteúdo, metodologia do ensino e avaliação. A esses, os autores acrescentaram mais três critérios, a saber: atividades, modelos BIM e recursos de ensino.

Barison e Santos (2010) chamaram atenção para o fato de que colaboração é um elemento que não pode faltar nas atividades desenvolvidas pelos estudantes, assim como a prática em ferramentas BIM diversas. Concluindo, os autores frisam que é altamente recomendado que as instituições identifiquem qual o tipo de especialista BIM será formado. O que pode ser alcançado através de uma maior aproximação com o mercado que irá absorver esses especialistas, através de entrevistas com profissionais, por exemplo (BARISON & SANTOS, 2010), dentre outras maneiras.

Finalizando, Barison e Santos (2010) comentam da crescente demanda por profissionais proficientes em BIM e atribuem a responsabilidade pela formação destes às universidades, sem deixar de reconhecer que essa é uma tarefa complexa e que, sobre a qual, ainda há pouco conhecimento disponível.

Ainda com caráter investigativo, Menezes et al. (2012) buscaram o entendimento do impacto da tecnologia BIM no ensino de projetos de edificações na região de Minas Gerais tanto no âmbito profissional quanto acadêmico. Para essa pesquisa foi levantada a hipótese de que com a tecnologia BIM, existam avanços reais no universo da construção civil, mas também inadequações quando contraposta ao processo contemporâneo de ensino e de concepção de projetos.

Em meio a análises de modelos convencionais, sequenciais e fragmentados de desenvolvimento de projeto e planejamento da construção, os autores observam que os resultados, na maioria das vezes, trazem consigo uma carga de retrabalho, desperdício, alto custo de produção e baixa qualidade do produto final. Na busca por uma metodologia que viesse valorizar a integração dos agentes e o trabalho colaborativo e simultâneo das equipes, bem como a valorização de uma visão abrangente do binômio projeto-execução, chegou-se na engenharia simultânea. Todavia, com a chegada da tecnologia BIM, esta se estabelece como uma alternativa, uma vez que potencializa o trabalho simultâneo e introduz uma nova maneira de manipulação da informação.

Preocupados com o isolamento profissional em relação a outras empresas que utilizam outros tipos de recursos, o alto custo de equipamento e treinamento, os autores citam que a escassez de profissional treinado e proficiente se caracteriza como um dos principais desafios para a implantação de um sistema BIM (MENEZES et al., 2012). Consideram também que o paradigma BIM acena para uma revolução no modo de operar e pensar as atividades acadêmicas, todavia o que se percebe na prática acadêmica é uma simplificação ou redução de sua potencialidade, sendo tratado como um simples modelador e em alguns casos, sem a devida e necessária integração das disciplinas envolvidas no processo de produção dos projetos.

Continuando na vertente de avaliação de estratégias, Ruschel et al. (2013) fazem uma análise de vários relatos de implementação de BIM no cenário brasileiro, mas primeiro passam por uma avaliação das estratégias usadas no mundo a fora. Para a pesquisa os autores se utilizam do modelo de análise apresentado por Succar (2009) para definição de estágio de adoção de BIM. Nesse modelo Succar (2009) identifica, para cada um dos três estágios (primeiro estágio, segundo estágio e terceiro estágio), fases do processo de projeto e disciplinas envolvidas, produtos esperados, caracterização do processo e consequentes níveis de mudança em políticas, processos e tecnologia.

Ruschel et al. (2013) utilizam-se também da classificação proposta por Barison e Santos (2010) para avaliar o nível de competência que é possível de se obter com a estratégia de ensino aprendizagem adotada na implementação de BIM pelas instituições que foram por eles avaliadas: introdutório, intermediário e avançado. Com base nesses critérios, o Quadro 1 foi elaborado para servir de referência para as avaliações da pesquisa.

Aplicando os critérios de avaliação nos projetos de ensino de BIM considerados, os autores ressaltaram a existência de uma diversidade de casos de ensino que abordavam BIM no Brasil envolvendo cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil com a adoção do modelo de implementação deste em disciplinas isoladas. A constatação dos autores foi que o processo de implementação do ensino de BIM no Brasil abrange os níveis de competência introdutório e intermediário e acontecem de forma gradual. Nenhuma experiência relatou resultado compatível com o nível de competência avançado – direcionamento o aluno para as competências gerenciais – focando, portanto, a integração entre ferramentas de gerenciamento e ferramentas BIM, simulações de custo (5D), contratos, etc. Ruschel et al. (2013) também apontaram a falta de relato de experiência que abordasse todo o ciclo de vida da edificação – projeto, construção e operação – caracterizando o terceiro estágio de adoção (RUSCHEL et al., 2013).

Preocupados com a adoção de BIM no contexto da indústria de AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção, no Brasil, Godoy et al. (2013) desenvolveram uma revisão bibliográfica buscando identificar os principais motivos que se colocavam como barreira à sua formalização como principal ferramenta de trabalho no processo de projeto. Para esse estudo lançaram como hipótese que a não vinculação de BIM ao currículo dos cursos de graduação poderia se caracterizar como uma das principais causas. Para o desdobramento, os autores desenvolveram uma pesquisa com alunos.

Quadro 2 - Parâmetros de Classificação das experiências didáticas de ensino de BIM

Nível de Competência	Parâmetros de Classificação	Estágio de Adoção de BIM	Parâmetros de Classificação		
			Modelo de Informação	Fases do Ciclo de Vida (Projeto, Construção, Operação)	Produtos Gerados na Experiência Didática
Introdutório	Habilita Modelador	Primeiro	Modelagem e produtividade	Uma fase	Modelagem paramétrica, quantitativos, documentação
Intermediário	Habilita Analista	Segundo	Integração de modelos e uso aplicado dos modelos de informação	Duas fases	Simulações (dimensionamento, ambientais, 4D, 5D...), compatibilização e planejamento (caminhos críticos, linha de balanço)
Avançado	Habilita Gerente	Terceiro	Desenvolvimento compartilhado e holístico do modelo de informação	Três fases	Introdução IPD. Colaboração envolvendo múltiplos agentes. Criação compartilhada.

Fonte: Adaptado de Ruschel et al. (2013)

Os autores ressaltaram como resultado que o entendimento de a tecnologia atual ser suficiente para atender às demandas era motivado pela falta de conhecimento do novo paradigma BIM, principalmente por este não estar incluído na formação do aluno. Ao observarem a irreversibilidade da adoção da tecnologia BIM, ponderam que o tempo necessário para mudança de tecnologia e de processos projetuais seja, também, um grande empecilho.

Embora, ao abordarem o paradigma BIM, Godoy et al. (2013) estivessem focados nos estágios iniciais do ciclo de desenvolvimento da edificação, em suas conclusões, quando mencionam a necessidade de que a interoperabilidade seja considerada, ressaltam que BIM deve ser tratado de forma integrada na grade curricular dos cursos de Arquitetura, Engenharia e Construção simultaneamente (GODOY et al., 2013). Os autores afirmam que a fragmentação no ensino impede que a tecnologia BIM seja explorada em sua plenitude, não só como ferramenta de projeto, mas também como integrador, o que colaboraria no planejamento e gestão de todo o processo de desenvolvimento da edificação (GODOY et al., 2013).

Checucci (2014), corroborando a opinião de que a fragmentação do ensino vai contra os conceitos trabalhados em BIM, elaborou um modelo para identificar componentes curriculares junto aos quais, BIM pode ser discutido e trabalhado para auxiliar a introdução desse paradigma nos cursos. Essa análise proporciona um mapeamento que direciona o processo de reforçar os conceitos de integração entre as disciplinas, e colaboração entre os professores para que os mesmos venham a desenvolver componentes curriculares multidisciplinares. Conceitos estes, de alta relevância no trabalho com BIM.

Antes de inserir BIM nos cursos de graduação, Checcucci (2014) aponta que várias decisões devem ser tomadas, tais como:

- 1) Analisar as possíveis dificuldades: falta de professores, laboratórios, bibliografias de referência, espaço na matriz curricular, dentre outros.
- 2) Nível de formação que o curso promoverá: introdutório sobre conceitos básicos ou aprofundado em uma ou mais áreas de interesse. Vale aqui resgatar os conceitos de proficiência que se espera para o aluno – Modelador BIM, Analista BIM ou Gerente BIM (BARISON & SANTOS, 2010).
- 3) A estratégia de organização do currículo: decidir se BIM será integrado aos componentes curriculares ou se serão criadas disciplinas específicas sobre o tema.
- 4) O método de ensino-aprendizagem a ser utilizado: Metodologias ativas se mostram adequadas para tratar do tema, pois lidam com o desenvolvimento de competências, além da construção do conhecimento e do estímulo da autonomia dos alunos (CHECCUCCI, 2014).
- 5) Atividades que serão propostas e mecanismos de avaliação da inserção são também questões a serem avaliadas.

Alguns outros fatores menos específicos também devem ser avaliados e foram citados pela autora como: capacidade de investimento, planejamento das etapas, tempo, recursos didáticos, dentre outros (CHECCUCCI, 2014). A autora conclui que dentre as estratégias de implantação de BIM, a adoção integrada é a mais vantajosa, pois se apresenta mais abrangente e possibilita uma formação mais consistente, contando com o envolvimento de vários professores ao longo da formação do aluno. Sacks e Pikas (2013) oferecem base para esse ponto de vista quando comentam que um só professor não será competente para tratar os aspectos relacionados com BIM porque eles englobam todo o ciclo de vida da edificação.

Atentos às condições atuais da formação universitária do aluno em Engenharia Civil no que diz respeito à capacitação em BIM no Brasil, Pereira e Ribeiro (2015) desenvolveram uma pesquisa para levantar as estratégias pedagógicas para a abordagem do novo paradigma. Os autores levaram em consideração a Resolução CES/CNE nº 11 (MEC, 2002), referência para a elaboração dos currículos dos cursos de graduação em engenharia, e observaram que a estratégia deve considerar a inserção do BIM nos três núcleos de formação do aluno, ou seja: núcleo de conteúdos básicos, núcleo de conteúdos profissionalizantes e núcleo de conteúdos específicos (PEREIRA & RIBEIRO, 2015).

A pesquisa de Pereira e Ribeiro (2015) foi desenvolvida inicialmente com base em levantamento bibliográfico para nivelamento do conhecimento sobre a tecnologia BIM e sobre o ensino de BIM, tanto no Brasil como no exterior. A segunda etapa considerou a aplicação de um questionário estruturado abordando o conhecimento da comunidade acadêmica sobre BIM. Finalizando, foi feita uma análise qualitativa sobre as respostas do questionário com vistas a analisar a viabilidade de inserção de conceitos BIM nas disciplinas de desenho e projeto de forma integrada e multidisciplinar (PEREIRA & RIBEIRO, 2015).

Com base em 48 respostas completas, dentre 400 docentes que foram inicialmente convidados para participar (12%) os autores identificaram que a tecnologia BIM ainda é muito pouco abordada e sua utilização muito restrita no meio acadêmico. Os autores consideram que tal resultado deveu-se a esta ser uma tecnologia recente sobre a qual o conhecimento ainda é incipiente.

Ao analisar o estágio de adoção de BIM, Pereira e Ribeiro (2015) buscaram os estágios definidos por Succar (2009) e corroborado por outros autores, como segue:

- Estágio 1 – BIM 1.0: Foca a modelagem paramétrica. A tecnologia é utilizada como ferramenta, pois o processo de trabalho ainda é individualizado, sem envolvimento e colaboração de outras disciplinas;
- Estágio 2 – BIM 2.0: Foca a colaboração. A tecnologia é expandida para outras disciplinas (multidisciplinar) e a interoperabilidade surge como termo essencial para que no novo paradigma BIM se torne um processo continuado;
- Estágio 3 – BIM 3.0: Foca na prática integrada. Amplia as possibilidades de interoperabilidade através de protocolos abertos e ambientes de trabalho virtuais, na busca de que todos os agentes envolvidos no empreendimento possam contribuir coletivamente, dentro das especificidades de suas disciplinas.

Com base nessa classificação, para os docentes que abordam BIM em suas atividades acadêmicas, 40% dos respondentes, os resultados encontrados por Pereira e Ribeiro (2015) sugerem que o principal enfoque de BIM se encontra no Estágio 1 (58%), seguido pelo Estágio 2 (26%) e finalmente o Estágio 3 (16%). Fechando a pesquisa os autores questionaram sobre os fatores que influenciam a implantação da tecnologia BIM nas instituições de ensino e concluíram que o aspecto mais influente é a infraestrutura de ensino (94%). De relevante importância foi identificada a necessidade de uma maior integração entre as disciplinas (81%) e a resistência à adoção de BIM, por julgar ser um tecnologia ainda não consolidada no meio acadêmico (69%) (PEREIRA & RIBEIRO, 2015).

Os autores concluem, dentre outras abordagens, que o conhecimento de BIM ainda é restrito, mesmo na área acadêmica e que isso deve-se ao fato de a tecnologia ser recente e ainda não consolidada, sendo inserida, tanto no meio acadêmico quanto no mercado de trabalho a passos lentos.

4 Estratégias de Ensino de BIM nas Instituições de Ensino no Brasil

Através de um estudo de caso que permeou 3 semestres (2011/2, 2012/1 e 2012/2), Romcy et al. (2013) introduziram a tecnologia BIM no ensino de Arquitetura pela disciplina Desenho Arquitetônico II (DA II), que passou a se chamar Desenho Arquitetônico Auxiliado por Computador (DAC), após a contemplação dos conceitos pertinentes ao novo paradigma.

Os autores, para fixarem o objetivo de desenvolvimento do curso, consideraram as definições de estágios de implantação de BIM desenvolvidos por Succar (2009), e para o desenvolvimento da estratégia de implantação, lançaram mão da classificação dos níveis de competência desejadas para o aluno, apresentadas por Barison e Santos (2010), considerando os níveis introdutório, intermediário e avançados. Por fim, buscaram entendimento dos

obstáculos à implementação de BIM no currículo através do entendimento dos três tipos possíveis, postulados por Barison e Santos (2010), como segue:

- Ambiente Acadêmico: tempo, motivação, recursos, regras, currículo;
- Conceitos BIM: ensino individualizado, ensino tradicional, pouco trabalho em equipe, falta de colaboração;
- Ferramentas BIM: criatividade, aprendizagem, ensino, conhecimento.

O projeto, motivado por mudança ocorrida no Programa Político Pedagógico, abordou a inclusão dos conteúdos de BIM divididos em três unidades:

Unidade 1: Conceitos e estudos de casos, com a realização de seminários;

Unidade 2: Aplicativos BIM, com atividades de modelagem em ArchiCAD (Graphisoft) e Revit (Autodesk);

Unidade 3: Concepção e modelagem de edifício proposto para uma outra disciplina.

O projeto sofreu adequação de carga horário durante a implementação e as unidades foram concluídas contando com 8 horas, 32 horas e 24 horas-aula respectivamente. Embora considerando a necessidade de BIM ser implementado ao longo de todo o ciclo de vida da edificação, o estudo na Universidade Federal do Ceará se manteve restrito à disciplina de arquitetura, no nível BIM 1.0. Considerando o nível de competência para os alunos, conforme objetivado pelo estudo, a disciplina manteve-se como introdutório, com ensino de ferramentas BIM, fundamentação de conceitos, estudo básico de modelagem e de como comunicar diferentes tipos de informação (ROMCY et al. 2013).

Os autores, através de questionário veiculado entre os alunos participantes da terceira turma do curso, fizeram uma avaliação da experiência e levantaram pontos de consideração sobre o que foi implementado e oportunidades para futuras ações. Avaliaram que o projeto desenvolvido se caracteriza pela introdução de BIM de forma gradual com base em uma disciplina, caracterizando o processo como introdução pontual (CHECCUCCI et al., 2013), conforme explorado no início desse artigo. Ainda que tivesse sido objetivo da disciplina atingir o nível de implementação BIM 2D, o conceito de multidisciplinaridade não foi explorado, porque ficou restrito à disciplina de Arquitetura.

Considerando a inclusão de BIM em estágios mais avançados, foi alertado que desafios precisam ser superados no tocante a práticas de colaboração e integração entre disciplinas e cursos. Para tal foi sugerida a aplicação de trabalhos interdisciplinares (ROMCY et al., 2013). Este trabalho apresenta um conteúdo valioso no tocante às considerações e ponderações durante um processo de implementação, pois, além da contextualização sobre BIM, os passos da implementação são apresentados e discutidos de forma clara, seguidos de uma avaliação através de uma dinâmica em três estágios – relato, incluindo a descrição do programa inicial; análise, incluindo a definição de critérios para verificar como o BIM foi apreendido a partir da disciplina e as dificuldades recorrentes; e crítica, apresentando uma reflexão sobre os

resultados, considerando que experiências permitiram avanços na disciplina e quais desafios precisam ser superados (ROMCY et al., 2013).

Objetivando a implantação de BIM de modo integrado sempre que essa estratégia se justificasse e representasse ganho de competência para os alunos, Checcucci et al. (2013) trabalharam a implementação de BIM no curso noturno de Arquitetura e Urbanismo da FAUFBA nos períodos 2011/2 e 2012/2. Tal experimento favoreceu a estratégia de implantação integrada por ser este um curso novo, onde cada ano seriam implantadas as novas disciplinas. Assim, a introdução de BIM no currículo seria de forma gradual e incremental, permitindo avaliação constante e reduzindo o risco de insucesso.

Embora não tendo sido a implementação em um programa de graduação vigente, os autores ponderam que a estratégia de adoção integrada, provavelmente demanda uma menor alteração na estrutura da matriz curricular, o que, provavelmente, facilitaria a introdução do tema na formação do aluno. Essa observação considera que o aluno teria contato com vários professores em diversas especialidades, tendo acesso a diferentes formas de utilização da modelagem da informação da construção nas várias etapas do ciclo de vida da edificação (CHECCUCCI et al., 2013).

Como o novo curso já nasceu sob a orientação do paradigma BIM, a contratação de professores se deu também dentro do perfil, apresentando, portanto, competências calcadas na multidisciplinaridade, integração e colaboração. Na busca por capacitação em BIM, os autores reportam que os professores contratados foram submetidos a um período de formação complementar.

A implantação teve início no Laboratório de Computação Gráfica aplicado à Arquitetura e ao Desenho (LCAD) na FAUFBA através das disciplinas associadas ao ensino de Desenho e de Representação Gráfica e seus conteúdos relacionados com desenho geométrico, desenho projetivo, perspectiva, geometria descritiva, desenho técnico básico, desenho arquitetônico e o desenho de observação. Essas disciplinas foram distribuídas e organizadas para que se formassem quatro componentes curriculares distribuídos em semestres distintos. O ensino de BIM foi incorporado à disciplina Informática e Desenho II ligada ao quarto componente, que é ministrado no sexto semestre letivo (CHECCUCCI et al., 2013).

Através desses componentes foi concluído o primeiro ciclo de ensino de BIM com abordagem do modelo da edificação e exploração das informações nele contidas. As demais aplicações do paradigma foram previstas para expansão através das disciplinas voltadas para a gestão, como projeto de arquitetura e construção e planejamento de obras, por exemplo. Por não serem contempladas no curso de graduação de arquitetura, ficou fora do escopo da pesquisa a fase de operação e manutenção da edificação, por não serem contempladas no curso de graduação de arquitetura. Todavia, os autores comentam que há a expectativa dessas disciplinas virem a ser oferecidas como optativas, complementando, assim, o ensino de BIM ao longo de todo o ciclo de vida de uma edificação.

Checcucci et al. (2013) concluem comentando do sucesso da implementação, mas chamam atenção que os conhecimentos adquiridos nessas duas oportunidades, no grupo de disciplinas trabalhadas, precisam ser utilizados nas demais, principalmente naquelas que envolvem a

concepção e o desenvolvimento de projetos. Os autores reforçam a necessidade de se expandir o projeto para as disciplinas de instalação, estruturas e construção, e chamam atenção para a capacitação dos professores em BIM como um ponto crucial (CHECCUCCI et al., 2013).

Delatorre et al. (2015) apresentaram um relato detalhado da implantação do BIM no curso de Arquitetura e Urbanismo e uma avaliação do processo que contou, dentre outros métodos de pesquisa, com um questionário aplicado a alunos. Sem uma clara definição do porquê, foi reportado que a inserção de BIM se deu pelas disciplinas correntes do curso e não como uma disciplina específica, como poderia ser, alternativamente. Toda a estratégia foi estruturada com base em relatos de experiência de casos no Brasil e no exterior (DELATORRE et al., 2015).

Os autores chamaram atenção para o cuidado que se deve ter nas primeiras experiências com implantação para que o não se caracterize a implementação de BIM como sendo somente a introdução de mais uma ferramenta. Para que essa percepção não se estabeleça, os autores sugerem que deve haver um acompanhamento constante durante todo o processo (DELATORRE et al., 2015), possivelmente para assegurar que a comunicação entre os envolvidos se dê da maneira mais clara e objetiva possível.

Como o processo limitou-se a implementar BIM até a geração do modelo 3D, dentre várias considerações pertinentes a esse nível de implementação, os autores concluem que o processo favoreceu o desenvolvimento de um pensamento projetivo tridimensional e uma maior análise crítica dos alunos (DELATORRE et al., 2015).

5 O Papel do Desenho no Ambiente de Ensino de BIM

Um pouco fora do eixo tratado por essa pesquisa, mas de grande relevância para a base profissional dos autores, Menezes e Pontes (2012) trazem à baila o ensino de BIM analisando a pertinência do desenho como ferramenta de aprendizado, concepção, desenvolvimento e representação do objeto arquitetônico, além do papel dos processos digitais neste contexto. Os autores abordam o ensino do desenho, no curso de Arquitetura, dividido em três etapas: a primeira aborda o desenho livre, a segunda trata dos conhecimentos de geometria espacial e sistemas projetivos e a terceira dedicada à representação técnica do objeto arquitetônico.

Focando a terceira etapa do ensino, Menezes e Pontes (2012) abordam a ênfase que é dada à representação dos elementos arquitetônicos específicos – telhados, escadas, rampas, e outros – que precisam ser entendidos no detalhe para que se alcance sua correta representação. No momento da representação gráfica, o aluno desenvolve o conhecimento específico quanto às características construtivas, aprendendo gradativamente sobre o elemento. Esse conhecimento é de certa forma abrangente, pois passa por questões construtivas, geométricas e de representação. Os autores observam que no momento do desenho são trabalhadas características específicas dos elementos, sob vários aspectos, que são muito importantes na formação do aluno.

Menezes e Pontes (2012) também abordam uma questão que, segundo eles, está exaustivamente discutida, que é o papel dos softwares como substituto do desenho técnico em sala de aula. Consideram a utilização de régua, esquadro, etc., uma ferramenta anacrônica, o que corrobora a estratégia de ensino dos autores deste artigo. Todavia, Menezes e Pontes

(2012) citam que o ensino do desenho através de software traz uma redução na prática do desenho e a consequente perda quanto ao entendimento dos diversos elementos arquitetônicos em seus aspectos construtivos.

Essa lacuna que se estabelece pela aplicação de software para o ensino do desenho técnico encontra no ensino de BIM uma nova condição, uma vez que o processo de modelagem deixa de ser focado na parte geométrica e passa a ser focado na modelagem dos elementos construtivos ou arquitetônicos (MENEZES & PONTES, 2012). Embora focados somente na parte da modelagem da tecnologia BIM, portanto trabalhando em um nível de competência introdutório (BARISON & SANTOS, 2010), os autores a reconhecem como uma ferramenta efetiva para a mudança no ensino do desenho técnico/arquitetônico, pois resgata a possibilidade de se ampliar as possibilidades do ensino sobre a construção, abordando a modelagem de elementos construtivos ou arquitetônicos.

Menezes e Pontes (2012) concluem que com a aplicação da tecnologia BIM é possível resgatar a prática tradicional ligada ao ensino do desenho técnico/arquitetônico associado à prática do desenho de elementos construtivos específicos. Essa abordagem, na opinião dos autores, se mostra de grande potencial pois permite trabalhar a representação da edificação através de seu modelo com inteligência oferecida pela tecnologia BIM. Corroborando esse ponto de vista, Ruschel et al. (2013) apontam que com a tecnologia BIM é possível promover a aproximação do aluno com os processos de projeto, processos usados em canteiros de obras e processos de operação e manutenção, o que passa a ser um conhecimento fundamental para a elaboração do modelo do edifício no uso da tecnologia.

6 Considerações Finais

Pela avaliação dos artigos contemplados por essa pesquisa, observa-se que muito tem sido estudado a respeito de estratégias para introdução de BIM no ensino de Arquitetura e Engenharia Civil no Brasil, porém, muito pouco tem sido reportado a respeito da implementação do paradigma na área acadêmica. Os relatos de experiência com implementação têm mostrado um processo desenvolvido muito lentamente e apresenta indícios de que este acompanha a velocidade com a qual a tecnologia está sendo adotada no mercado Brasileiro, o que, de certa forma, reproduz o que aconteceu em outros países também.

Observa-se que o ensino assume um ritmo mais acelerado à medida que o mercado e os governos imprimem um nível superior de demanda e, eventualmente, de incentivos. Essa observação corrobora a importância de se avaliar a relação entre o estágio de desenvolvimento de BIM no mercado e seu reflexo no ensino, conforme abordado por Ruschel et al. (2013). Embora os autores deste artigo concordem com o ponto de vista apresentado por Ruschel et al. (2013), há de se considerar que essa relação de causa e efeito pode não estar totalmente correta e a adoção de BIM sofrer um acréscimo assim que mais profissionais estejam preparados e disponíveis no mercado, conforme defendido por Delatorre et al. (2015). Todavia, independentemente da precedência, iniciativas de implantação adotadas pela iniciativa privada e/ou pelo governo, podem, sim, contribuir para a inserção mais rápida de BIM no ensino, assim como no cenário de mercado nacional (WONG et al., 2011).

Avaliando os modelos de implementação discutidos, não se percebe as vantagens e desvantagens, de um ou de outro método – integrado ou pontual, como determinantes para a implantação de BIM no ensino, mas o pleno atendimento das demandas e a necessária adequação dos currículos para receberem as adaptações necessárias para a completa adoção do paradigma BIM ao longo dos cursos de graduação. Condições como, a multidisciplinaridade: que promove a aproximação de disciplinas diferentes do mesmo curso; a integração: que aborda o desenvolvimento de disciplinas diferentes, porém afins, em um mesmo eixo dentro de um curso; e a colaboração: que busca o trabalho compartilhado e colaborativo entre os vários professores de uma ou mais disciplinas, são a espinha dorsal do ensino de BIM e se apresentam como os pontos de maior complexidade na adoção do ensino do novo paradigma nos currículos de Engenharia Civil e Arquitetura.

Por não se ter um modelo consagrado para inserção de BIM no currículo de graduação de Arquitetura e Engenharia Civil, dentre outras áreas afins, a análise das experiências reportadas, passa a impressão de que se está buscando, de forma empírica, o método que proporcionará os melhores resultados. Essa percepção se estabelece diante da falta de padrão apresentado pelas implementações, a despeito de todos os modelos e análises discutidas e disponibilizadas na literatura pertinente.

Como um efeito positivo da implantação de BIM no ensino de graduação de Arquitetura e Engenharia Civil, pode-se citar a aproximação dos alunos, ainda que em etapas iniciais dos cursos, a conhecimentos técnicos sobre os elementos modelados (DELATORRE et al., 2015) tais como, processos produtivos, estudo de materiais, estruturas construtivas, etc. Essa prática resgata um procedimento que se tinha quando as disciplinas de desenho eram ministradas utilizando-se de instrumental manual e que se perdeu, ainda que parcialmente, com a adoção de sistemas CAD – Computer Aided Design.

Finalmente observa-se que o ensino de BIM está se estabelecendo nas universidades com o intuito de entregar ao mercado, profissionais com conhecimento sobre o paradigma e com isso acelerar a sua aplicação no ambiente de AECO. Com a aplicação de BIM espera-se proporcionar que as empresas trabalhem sobre uma base de dados comum, com mais integração e obtenham com isso um acréscimo em produtividade.

Este trabalho, ainda que resumidamente, apresentou as atividades que estão sendo desenvolvidas quanto ao ensino de BIM no Brasil e estabelece como um guia para a identificação dos autores e suas pesquisas, no período compreendido entre 2010 e 2015.

References

- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. **Review and analysis of current strategies for planning a BIM curriculum**. Proc., CIB W78 2010 27th International Conference. **Anais**, 2010a
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. **BIM teaching strategies: an overview of the current approaches**. Proc., ICCCBE 2010 International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. **Anais**. In: ICCCBE2010. Nottingham, UK: W Tizani, 2010b
- CASEY, M. J. **BIM in education: focus on local university programs**. Building Smart Alliance national Conference Engineering & Construction. **Anais**...Washington D.C.: 2008

CHECCUCCI, É. DE S. **Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em Arquitetura e Engenharia Civil**. Arquitetura, Cidade e Projeto: uma construção coletiva. **Anais...** In: III ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO. São Paulo, SP: 2014

CHECCUCCI, É. DE S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. DE. **A DIFUSÃO DAS TECNOLOGIAS BIM POR PESQUISADORES DO BRASIL**. TIC 2011. **Anais...** In: TIC 2011 - ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Salvador / BA: 2011

CHECCUCCI, É. DE S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. DE. **Modelagem da Informação da Construção (BIM) no Ensino de Arquitetura**. Proceedings of the XVII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics: Knowledge-based Design. **Anais...** In: SIGRADI 2013. Valparaíso, Chile: 2013

DELATORRE, V.; PEREIRA, A. T. C.; MIOTTO, J. BIM: Relatos de aplicação no ensino de arquitetura. **Blucher Design Proceedings**, v. 2, n. 3, p. 30–37, 2015.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. 2nd. ed. [s.l.] John Wiley & Sons, 2011.

GODOY, V. H.; CARDOSO, C. F.; BORGES, M. M. **BIM: DESAFIOS PARA UM CONCEITO EM CONSTRUÇÃO NO ENSINO DE ARQUITETURA E ENGENHARIA**. COBENGE 2013. **Anais...** In: XLI CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. Gramado, RS: 2013

LI, J. et al. Benefits of building information modelling in the project lifecycle: Construction projects in asia. **International Journal of Advanced Robotic Systems**, v. 11, n. 1, 2014.

MENEZES, A. M. et al. **O IMPACTO DA TECNOLOGIA BIM NO ENSINO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES**. XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. **Anais...** In: COBENGE. Belém / PA: 2012

MENEZES, A. M.; PONTES, M. M. **BIM e o ensino: possibilidades na instrumentação e no projeto**. SIGRADI 2012 **Anais**. **Anais**. In: SIGRADI 2012 - FORMA (IN) FORMAÇÃO. Fortaleza, CE: 2012

PEREIRA, P. A. I.; RIBEIRO, R. A. A Inserção de BIM no curso de graduação em Engenharia Civil. **Revista Eletrônica Engenharia Viva**, v. 1, n. 2, p. 17–30, 2015.

ROMCY, N. M. E S.; CARDOSO, D. R.; MIRANDA, N. M. **BIM e Ensino: Experiência Acadêmica Realizada na Universidade Federal do Ceará**. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído. **Anais...** In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO VI ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO. Campinas / SP: 2013

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X. DE; MORAIS, M. DE. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**, v. 13, n. 2, p. 151–165, jun. 2013.

SACKS, R.; PIKAS, E. Building information modeling education for construction engineering and management. I: Industry requirements, state of the art, and gap analysis. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 11, p. 04013016, 2013.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357–375, 2009.

TAYLOR, J.; LIU, J.; HEIN, M. **Integration of building information modeling (BIM) into an ACCE accredited construction management curriculum**. Proceedings of the 44th ASC National Conference. **Anais...**2008

WONG, K. A.; WONG, K. F.; NADEEM, A. Building Information Modelling for Tertiary Construction Education in Hong Kong. **Journal of Information Technology in Construction**, ITcom. v. 16, p. 467–476, 2011.

Recebido em junho de 2016

Aprovado para publicação em agosto de 2017

Henrique Benedetto

Programa de Pós-Graduação em Design – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Brasil,
henrique.benedetto@ufrgs.br

Maurício Moreira e Silva Bernardes

Programa de Pós-Graduação em Design – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Brasil,
bernardes@ufrgs.br

Roberto Wanner Pires

Programa de Pós-Graduação em Design – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Brasil,
eng.arq@gmail.com